



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11025292 A**(43) Date of publication of application: **29.01.99**

(51) Int. Cl.

G06T 17/20(21) Application number: **09176692**(22) Date of filing: **02.07.97**(71) Applicant: **HITACHI ENG CO LTD**

(72) Inventor:
NAKAO TAKASHI
NOGUCHI MASAYUKI
TSUKAHARA KAZUNORI
SUZUKI ATSUSHI
HAMAGUCHI YUKIO

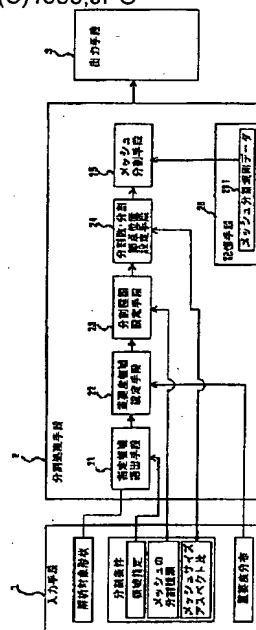
(54) **MESH DIVIDING DEVICE AND METHOD THEREFOR**

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a mesh dividing device and method for generating a mesh with a size to fulfill required analysis precision, and for automatically dividing each area with a shape to be analyzed in accordance with a desired type of mesh division.

SOLUTION: An inputting means 1 inputs a shape to be analyzed which is preliminarily divided into plural areas with significance distribution and a division condition set for the shape to be analyzed. Based on the significance distribution, a division processing means 2 sets the significance of a mesh division designated area in a mesh division designated area set as per the division condition, and also sets a mesh division type, and the number of divisions and division node position of each side, and mesh-divides the mesh division designated area based on mesh division rule data 261 in which a correlation rule between the number of divisions and division node position and the mesh division type is preliminarily stored.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-25292

(43) 公開日 平成11年(1999) 1月29日

(51) Int.Cl.⁶

G 0 6 T 17/20

識別記号

F I

G 0 6 F 15/60

6 1 2 J

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願平9-176692

(22) 出願日 平成9年(1997) 7月2日

(71) 出願人 390023928

日立エンジニアリング株式会社
茨城県日立市幸町3丁目2番1号

(72) 発明者 中尾 隆司

茨城県日立市幸町三丁目2番1号 日立エ
ン지니어リング株式会社内

(72) 発明者 野口 雅之

茨城県日立市幸町三丁目2番1号 日立エ
ン지니어リング株式会社内

(72) 発明者 塚原 一徳

茨城県日立市幸町三丁目2番1号 日立エ
ン지니어リング株式会社内

(74) 代理人 弁理士 高田 幸彦 (外1名)

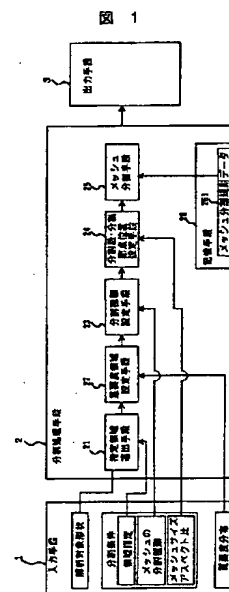
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 メッシュ分割装置及び分割方法

(57) 【要約】

【課題】 要求する解析精度を満たすメッシュサイズのメッシュが生成でき、解析対象形状の各領域を所望の分割種類のメッシュで自動分割するメッシュ分割装置及び分割方法を提供する。

【解決手段】 入力手段1は、予め複数の領域に分割された解析対象形状に、該解析対象形状に設定された重要度分布と分割条件とを付随させて入力する。分割処理手段2は、分割条件に基づき設定されたメッシュ分割指定領域に、重要度分布に基づきメッシュ分割指定領域の重要度を設定し、かつメッシュ分割種類と各辺の分割数及び分割節点位置を設定し、そして、予め分割数及び分割節点位置とメッシュ分割種類との相関規則が格納されているメッシュ分割規則データ261に基づきメッシュ分割指定領域をメッシュ分割する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 予め複数の領域に分割された解析対象形状に、該解析対象形状に設定された重要度分布と分割条件とを付随させて入力する入力手段と、前記重要度分布と前記分割条件に基づいて前記解析対象形状をメッシュ分割処理する分割処理手段と、前記メッシュ分割された前記解析対象形状を表示する出力手段を有するメッシュ分割装置において、

前記分割処理手段は、前記入力された分割条件の中の領域指定の条件に基づき前記複数の領域の中からメッシュ分割指定領域を選出する指定領域選出手段と、前記入力された重要度分布と前記選出されたメッシュ分割指定領域とを照合し前記メッシュ分割指定領域の重要度を設定する重要度領域設定手段と、前記入力された分割条件の中のメッシュ分割種類の条件に基づき前記重要度が設定されたメッシュ分割指定領域にメッシュ分割種類を設定する分割種類設定手段と、前記メッシュ分割種類が設定されたメッシュ分割指定領域の各辺の分割数及び分割節点位置を設定する分割数・分割節点位置設定手段と、予め分割数及び分割節点位置とメッシュ分割種類との相関規則が格納されているメッシュ分割規則データに基づき、前記分割数及び分割節点位置が設定されたメッシュ分割指定領域をメッシュ分割するメッシュ分割手段とを有することを特徴とするメッシュ分割装置。

【請求項2】 請求項1において、前記分割種類設定手段は、前記メッシュ分割種類の条件に基づき、均等メッシュ分割、不均等メッシュ分割及びジャンクションメッシュ分割の内少なくとも1種類を設定することを特徴とするメッシュ分割装置。

【請求項3】 予め複数の領域に分割された解析対象形状に、該解析対象形状に設定された重要度分布と分割条件とを付随させて入力する入力ステップと、前記重要度分布と前記分割条件に基づいて前記解析対象形状をメッシュ分割処理する分割処理ステップと、前記メッシュ分割された前記解析対象形状を表示する出力ステップを有するメッシュ分割方法において、

前記分割処理ステップは、前記入力された分割条件の中の領域指定の条件に基づき前記複数の領域の中からメッシュ分割指定領域を選出する指定領域選出ステップと、前記入力された重要度分布と前記選出されたメッシュ分割指定領域とを照合し前記メッシュ分割指定領域の重要度を設定する重要度領域設定ステップと、前記入力された分割条件の中のメッシュ分割種類の条件に基づき前記重要度が設定されたメッシュ分割指定領域にメッシュ分割種類を設定する分割種類設定ステップと、前記入力された分割条件の中のメッシュサイズ及びアスペクト比の条件に基づき、かつ前記設定された重要度に基づく順序で、前記メッシュ分割種類が設定されたメッシュ分割指定領域の各辺の分割数及び分割節点位置を設定する分割数・分割節点位置設定ステップと、予め分割数及び分割

節点位置とメッシュ分割種類との相関規則が格納されているメッシュ分割規則データに基づき、前記分割数及び分割節点位置が設定されたメッシュ分割指定領域をメッシュ分割するメッシュ分割ステップとを有することを特徴とするメッシュ分割方法。

【請求項4】 請求項3において、前記分割種類設定ステップは、前記メッシュ分割種類の条件に基づき、均等メッシュ分割、不均等メッシュ分割及びジャンクションメッシュ分割の内少なくとも1種類を設定することを特徴とするメッシュ分割方法。

【請求項5】 予め複数の領域に分割された解析対象形状を該解析対象形状に設定された重要度分布と分割条件とに基づいてメッシュ分割処理する処理プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、前記処理プログラムは、コンピュータに前記分割条件の中の領域指定の条件に基づいて前記複数の領域の中からメッシュ分割指定領域を選出させ、前記重要度分布と前記選出されたメッシュ分割指定領域とを照合させて前記メッシュ分割指定領域の重要度を設定させ、前記分割条件の中のメッシュ分割種類の条件に基づいて前記重要度により順序が設定されたメッシュ分割指定領域にメッシュ分割種類を設定させ、前記分割条件の中のメッシュサイズ及びアスペクト比の条件に基づき、かつ前記設定された重要度の順位の順序で、前記メッシュ分割種類が設定されたメッシュ分割指定領域の各辺の分割数及び分割節点位置を設定させ、予め分割数及び分割節点位置とメッシュ分割種類との相関規則が格納されているメッシュ分割規則データに基づいて前記分割数及び分割節点位置が設定されたメッシュ分割指定領域をメッシュ分割させることを特徴とするメッシュ分割処理プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、有限要素法を適用して解析対象物の各種解析を行う場合に、解析対象物の形状をメッシュ分割するメッシュ分割装置及び分割方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 有限要素法を用いて解析を行う場合、一般的に、メッシュ、すなわち要素を粗くすれば精度が低下し、逆に要素を細かくすれば精度は向上するが、解析計算における記憶容量や解析時間が増大し、計算コストがかかるという問題があった。

【0003】 したがって、解析者が手作業がメッシュを作成する場合には、高精度が要求される領域は要素を小さくかつ多くし、低精度でよい領域は要素を大きくかつ少なくするという要素の粗密付けを行い、上記、問題点の解決を図っている。

【0004】 要素の粗密付けのシステムとしては、例えば、特開平9-6994号公報に記載されているよう

に、構成重要度を付随させた解析形状を入力し、解析形状の各領域に領域重要度を設定し、粗密分割規則に従って粗密分割を行っている。

【0005】

【本発明が解決しようとする課題】解析者が手作業でメッシュを作成し、効率良く要素の粗密付けを行う場合には、高精度が要求される領域は小さな要素に均等分割し、低精度でよい領域は大きな要素に不均等分割する。更に、高精度が要求される領域と低精度でよい領域の間は、2次元形状あるいは3次元シェル形状の場合には四角形領域の対辺同士で分割数を変えるため、また、3次元ソリッド形状の場合には六面体領域の対面同士で分割数を変えるため、ジャンクションと呼ばれるメッシュを用いている。また、メッシュサイズ変化については解析形状全体に渡って変化するようにして、全体的な解析精度を確保するようにしている。

【0006】しかしながら、上記、特開平9-6994号公報記載のシステムは、領域重要度が1、2、3という要領で設定された離散的な値を用いるため、要求される解析精度に一致したメッシュサイズ変化の実現が難しく、また均等メッシュ、不均等メッシュ、ジャンクションメッシュを所望の領域に生成することが困難であるという問題があった。

【0007】本発明の目的は、有限要素法を利用した解析を行う際の、解析対象形状のメッシュ生成に関して、要求される解析精度を満たすメッシュサイズのメッシュが生成でき、また、解析対象形状の各領域を所望の分割種類のメッシュで自動するメッシュ分割装置及び分割方法を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明は、予め複数の領域に分割された解析対象形状に、該解析対象形状に設定された重要度分布と分割条件とを付随させて入力する入力手段と、前記重要度分布と前記分割条件に基づいて前記解析対象形状をメッシュ分割処理する分割処理手段と、前記メッシュ分割された前記解析対象形状を表示する出力手段を有するメッシュ分割装置において、前記分割処理手段は、前記入力された分割条件の中の領域指定の条件に基づき前記複数の領域の中からメッシュ分割指定領域を選出する指定領域選出手段と、前記入力された重要度分布と前記選出されたメッシュ分割指定領域とを照合し前記メッシュ分割指定領域の重要度を設定する重要度領域設定手段と、前記入力された分割条件の中のメッシュ分割種類の条件に基づき前記重要度が設定されたメッシュ分割指定領域にメッシュ分割種類を設定する分割種類設定手段と、前記メッシュ分割種類が設定されたメッシュ分割指定領域の各辺の分割数及び分割節点位置を設定する分割数・分割節点位置設定手段と、予め分割数及び分割節点位置とメッシュ分割種類との相関規則が格納されているメッシュ分割

規則データに基づき、前記分割数及び分割節点位置が設定されたメッシュ分割指定領域をメッシュ分割するメッシュ分割手段とを有することを特徴とする。

【0009】また、本発明の他の特徴として、前記分割種類設定手段は、前記メッシュ分割種類の条件に基づき、均等メッシュ分割、不均等メッシュ分割及びジャンクションメッシュ分割の内少なくとも1種類を設定することにある。

【0010】また、本発明の他の特徴は、予め複数の領域に分割された解析対象形状に、該解析対象形状に設定された重要度分布と分割条件とを付随させて入力する入力ステップと、前記重要度分布と前記分割条件に基づいて前記解析対象形状をメッシュ分割処理する分割処理ステップと、前記メッシュ分割された前記解析対象形状を表示する出力ステップを有するメッシュ分割方法において、前記分割処理ステップは、前記入力された分割条件の中の領域指定の条件に基づき前記複数の領域の中からメッシュ分割指定領域を選出する指定領域選出ステップと、前記入力された重要度分布と前記選出されたメッシュ分割指定領域とを照合し前記メッシュ分割指定領域の重要度を設定する重要度領域設定ステップと、前記入力された分割条件の中のメッシュ分割種類の条件に基づき前記重要度が設定されたメッシュ分割指定領域にメッシュ分割種類を設定する分割種類設定ステップと、前記入力された分割条件の中のメッシュサイズ及びアスペクト比の条件に基づき、かつ前記設定された重要度に基づく順序で、前記メッシュ分割種類が設定されたメッシュ分割指定領域の各辺の分割数及び分割節点位置を設定する分割数・分割節点位置設定ステップと、予め分割数及び分割節点位置とメッシュ分割種類との相関規則が格納されているメッシュ分割規則データに基づき、前記分割数及び分割節点位置が設定されたメッシュ分割指定領域をメッシュ分割するメッシュ分割ステップとを有することにある。

【0011】本発明によれば、指定領域選出手段は、入力手段から入力された分割条件の中の領域指定の条件に基づき前記複数の領域の中からメッシュ分割指定領域を選出する。重要度領域設定手段は、入力された重要度分布と選出されたメッシュ分割指定領域とを照合しメッシュ分割指定領域の重要度を設定する。分割種類設定手段は、入力された分割条件の中のメッシュ分割種類の条件に基づき前記重要度が設定されたメッシュ分割指定領域にメッシュ分割種類を設定する。分割数・分割節点位置設定手段は、メッシュ分割種類が設定されたメッシュ分割指定領域の各辺の分割数及び分割節点位置を設定する。メッシュ分割手段は、予め分割数及び分割節点位置とメッシュ分割種類との相関規則が格納されているメッシュ分割規則データに基づき、分割数及び分割節点位置が設定されたメッシュ分割指定領域をメッシュ分割する。

【0012】また、分割種類設定手段は、メッシュ分割種類の条件に基づき、均等メッシュ分割、不均等メッシュ分割及びジャンクションメッシュ分割の内少なくとも1種類を設定する。

【0013】これにより、解析対象形状のメッシュ分割指定領域に、要求される解析精度を満たすメッシュサイズのメッシュが生成でき、また、解析対象形状の各領域を均等分割、不均等分割、ジャンクション分割を組み合わせた所望のメッシュを自動生成することができる。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施例に係わるメッシュ分割装置及び分割方法を、図面を用いて説明する。

【0015】図1は、本発明の一実施例に係わるメッシュ分割装置の機能構成を示す。メッシュ分割装置は、予め複数の領域に分割された解析対象形状に、該解析対象形状に設定された重要度分布と解析対象形状を分割するための分割条件とを付随させて入力する入力手段1と、重要度分布と分割条件に基づいて解析対象形状をメッシュ分割処理する分割処理手段2と、メッシュ分割された解析対象形状を表示する出力手段3とで構成されている。

【0016】入力手段1は、領域分割された解析対象形状と、解析対象形状に対して予め設定された重要度分布と解析対象形状の領域を分割するための分割条件とを入力するための手段である。

【0017】重要度分布は、解析対象形状内に分割された領域の精度良く解析したい度合いを示すものであり、一番精度良く解析したい領域を、最も重要度が高い領域として表わし、以下、精度要求に従って、順々に重要度が低くなる。

【0018】また、分割条件は、領域分割された解析対象形状の中でメッシュ分割を行う領域の指示、メッシュの分割種類（均等分割、不均等分割、ジャンクション分割）、メッシュ面積を示すメッシュサイズ、メッシュの縦横の長さの比を示すアスペクト比等を指すものである。

【0019】領域分割された解析対象形状、予め設定された重要度分布及び分割条件は、解析者、すなわちオペレータが、キーボード、マウス等によって入力することができる。

【0020】また、領域分割された解析対象形状と、重要度分布と、分割条件とを、予めデータファイルに格納しておき、入力手段1でデータファイルを入力しても良い。

【0021】分割処理手段2は、入力手段1から入力された分割条件の中の領域指定の条件に基づき、領域分割された解析対象形状の領域の中から複数のメッシュ分割指定領域を選出する指定領域選出手段21と、入力手段1から入力された重要度分布と選出された各メッシュ分

割指定領域とを照合し各メッシュ分割指定領域の重要度を設定する重要度領域設定手段22と、入力手段1から入力された分割条件の中のメッシュ分割種類の条件に基づき、重要度が設定された各メッシュ分割指定領域にメッシュ分割種類を設定する分割種類設定手段23と、入力手段1から入力された分割条件の中のメッシュサイズ及びアスペクト比の条件に基づき、メッシュ分割種類が設定された各メッシュ分割指定領域の各辺の分割数及び分割節点位置を設定する分割数・分割節点位置設定手段24と、予め分割数及び分割節点位置とメッシュ分割種類との相関規則が格納されているメッシュ分割規則データ261に基づき、分割数及び分割節点位置が設定された各メッシュ分割指定領域をメッシュ分割するメッシュ分割手段25と、メッシュ分割規則データ261及び各種の処理に必要なデータ等が格納されている記憶手段26とで構成されている。

【0022】また、分割処理手段2、指定領域選出手段21、重要度領域設定手段22、分割種類設定手段23、分割数・分割節点位置設定手段24、メッシュ分割手段25、記憶手段26は、例えば、CPU、ROM（予め所定の処理を行うプログラムが内蔵されている）、RAM、各種CMOS等の電子デバイスにて実行可能である。

【0023】出力手段3は、一連の処理が完了した時、メッシュ分割された解析対象形状の分割状態を出力する手段であり、例えば、CRT、ELディスプレイ、液晶ディスプレイ等の表示手段や、レーザープリンター、ドットプリンター、X-Yプロッター等の印刷手段によって実現できる。

【0024】図2は、本発明の一実施例に係るメッシュ分割処理のフローチャートを示す。始めに、ステップ100において、領域分割された解析対象形状と予め該解析対象形状に設定された重要度分布と分割条件の入力処理を行う。

【0025】次に、分割処理手段2により、解析対象形状の各領域のメッシュ形状が生成される。すなわち、ステップ100で入力され領域分割された解析対象形状と該解析対象形状に予め設定された重要度分布と分割条件に基づき、記憶手段26の中に予めメッシュ分割規則データ261として格納されている複数のメッシュ分割規則から、その適用条件に合う規則に従って、領域をメッシュ分割する（110）。

【0026】次に、出力手段3により、メッシュ分割された解析対象形状のメッシュを出力する（120）。

【0027】図3は、図2のステップ110の分割処理の詳細なフローチャートを示す。始めに、ステップ200において、入力された分割条件の中の領域指定の条件に基づき、領域分割された解析対象形状の領域の中から複数のメッシュ分割指定領域を選出する。次に、選出された各メッシュ分割指定領域と入力された重要度分布と

10

20

30

40

50

を照合し各メッシュ分割指定領域の重要度を設定する(210)。次に、重要度が設定された各メッシュ分割指定領域に、入力された分割条件の中のメッシュ分割種類の条件に基づき、メッシュ分割種類を設定する(220)。次に、入力された分割条件の中のメッシュサイズ及びアスペクト比の条件に基づき、かつ設定された重要度に基づく順序で、メッシュ分割種類が設定された各メッシュ分割指定領域の各辺の分割数及び分割節点位置を設定する(230)。次に、予め分割数及び分割節点位置とメッシュ分割種類との相関規則が格納されているメッシュ分割規則データに基づき、分割数及び分割節点位置が設定された各メッシュ分割指定領域をメッシュ分割する(240)。

【0028】図4、図5、図7は、図3のステップ220で設定されたメッシュ分割種類での具体的な処理を示すフローチャートである。ここで、図2のステップ110の実施は、図4、図5、図7の内の一つのみを使用するか、或いは複数を組み合わせて利用することも可能である。

【0029】図4は、均等または不均等メッシュ分割処理を示すフローチャートである。始めに、指定領域群の内でも最重要度が高い領域を対象領域として設定する(ステップ300)。次に、全指定領域群をメッシュ分割したか否かの判定をし(310)、全指定領域群のメッシュ分割がなされていれば終了する。

【0030】ステップ310で全指定領域群のメッシュ分割が終了していなければ、対象領域を均等または不均等メッシュ分割し(320)、対象領域の縦横方向の未分割の指定領域群に対して同一方向の分割数及び分割節点位置を設定する(330)。

【0031】次に、指定領域群の中で縦横の一方向の分割数及び分割節点位置のみ設定されている領域があるか否かを判定し(340)、あればそれらの領域の内でも最重要度が高い領域を対象領域として設定し(350)、ステップ310に戻る。ステップ340で指定領域群の中で縦横の一方向の分割数及び分割節点位置のみ設定されている領域がなければ、未分割の指定領域群の内でも最重要度が高い領域を対象領域として設定し(360)、ステップ310に戻る。

【0032】図5は、ジャンクションメッシュ分割処理を示すフローチャートである。始めに、指定領域群の内でも最重要度が高い領域を対象領域として設定し(ステップ400)、全指定領域群をメッシュ分割したか否かを判定し(410)、全指定領域群をメッシュ分割していれば終了する。

【0033】ステップ410で全指定領域群のメッシュ分割が終了していなければ、対象領域をジャンクションメッシュ分割し(420)、未分割の指定領域群の内でも最重要度が高い領域を対象領域として設定し(430)、ステップ410に戻る。

【0034】図6は、図5のステップ420の対象領域をジャンクションメッシュ分割する処理を示す詳細なフローチャートである。始めに、分割条件、重要度と隣接領域の分割数及び分割節点位置に基づいて、対象領域の各辺の分割数及び分割節点位置を決定する(ステップ500)。次に、副方向を決定した分割数で対象領域を分割し(510)、主方向主分割側の分割された部分領域を対象部分領域として設定する(520)。

【0035】副方向と主方向主分割側については、後で詳細に説明する。

【0036】次に、全部分領域をメッシュ分割したか否かの判定をし(530)、全部分領域をメッシュ分割したならば終了する。ステップ530で全部分領域のメッシュ分割が終了していなければ、対象部分領域をジャンクションメッシュ分割し(540)、対象部分領域の隣の未分割の部分領域を対象部分領域として設定し(550)、ステップ530に戻る。

【0037】図7は、均等、ジャンクション、不均等メッシュ分割を順次行う複合のメッシュ分割処理を示す詳細なフローチャートである。始めに、均等メッシュ分割を行う領域群を指定領域群として設定し(ステップ600)、図4で説明した処理を用いて指定領域群を均等メッシュ分割する(610)。

【0038】次に、ジャンクションメッシュ分割を行う領域群を指定領域群として設定し(620)、図5で説明した処理を用いて指定領域群をジャンクションメッシュ分割する(630)。次に、不均等メッシュ分割を行う残り全ての領域群を指定領域群に設定し(640)、図4で説明した処理を用いて指定領域群を不均等メッシュ分割する(650)。

【0039】次に、図13と図14を用いて、重要度分布と領域の主副方向及び主副分割について説明する。

【0040】図13は、重要度の最大値を1.0、最小値を0とした場合の重要度分布の例を示す図である。本例の重要度分布は最も重要度の高い箇所から距離が離れるに従い重要度が減少する例である。

【0041】図14は、辺1200、辺1210、辺1220、辺1230から構成される1つの領域を示し、辺1200における重要度は0.6、辺1210における重要度は0.4、辺1220における重要度は0.5、辺1230における重要度は0.8の例を示している。

【0042】主方向とは、対辺同士の重要度の差が大きい方の方向を指し、辺1230から辺1210が主方向となる。副方向とは、対辺同士の重要度の差が小さい方の方向を指し、辺1200から辺1220が副方向となる。

【0043】主分割側とは、対辺同士の重要度の高い辺を指し、辺1230と辺1210の場合には、辺1230が主分割側、辺1210が副分割側となる。辺1200と辺1220の場合には、辺1200が主分割側、辺

1220が分割側となる。

【0044】次に、図12を用いて、均等メッシュ分割規則、不均等メッシュ分割規則、ジャンクションメッシュ分割規則の例について説明する。均等メッシュ分割規則は、(a)に示すように、領域1100の対辺の分割数が等しい場合に、各辺をその分割数で均等な長さに分割するように分割節点位置を決めメッシュ分割する規則であり、分割後、分割形状1110となる。

【0045】不均等メッシュ分割規則は、(b)に示すように、領域1120の対辺の分割数が等しい場合に、重要度の高い辺から低い辺に徐々にメッシュが大きくなるように各辺をその分割数で不均等な長さに分割するように分割節点位置を決めメッシュ分割する規則であり、分割後、分割形状1130となる。

【0046】ジャンクションメッシュ分割規則は、(c)、(d)に示すように、領域1140や領域1160の対辺の分割数が異なる場合に、領域が複数の四角形で構成されるように分割節点位置を決めメッシュ分割する規則であり、分割後、分割形状1150と分割形状1170となる。

【0047】ここに示したメッシュ分割規則は、一例を記載したにとどまるが、実際には、数多くのメッシュ分割規則が考えられ、記憶手段26にメッシュ分割規則データ261として記憶されている。

【0048】次に、図4のフローチャートに基づき、図8を用いて均等メッシュ分割の動作例について、具体的に説明する。図8(a)は、予め複数の領域に分割され、領域a、領域b、領域c、領域dが指定領域群として指定された解析対象形状700を示す。図8(b)は、解析対象形状700の左上隅P点が最も重要度が高く設定された場合の重要度分布を等高線で示した重要度分布図710である。

【0049】まず、ステップ300では指定領域群の中で最も重要度が高い領域aが対象領域として設定される。次に、全指定領域群をメッシュ分割していないので(310)、ステップ320に進む。ステップ320では、対象領域aを重要度分布、メッシュサイズ、アスペクト比等の条件に基づいて図8(c)の解析対象形状720に示す如く均等メッシュ分割を行う。

【0050】ステップ330では、対象領域aの縦横方向の未分割の指定領域群(領域b、領域c)に対して、同一方向の分割数及び分割節点位置を設定する。解析対象形状720の領域b、領域c内に記した数字は前記同一方向の分割数である。また、分割数に応じた分割節点位置が、領域の辺上に設定され、領域cにおいては領域aと隣合う辺の二つのS点が、分割節点位置である。

【0051】次に、指定領域群の中で縦横の一方向の分割数及び分割節点位置のみ設定されている領域があるかを判定し(340)、領域b、領域cは一方向の分割数及び分割節点位置のみ設定されているので、それら

の領域の中で最も重要度の高い領域cが対象領域として設定され(350)、ステップ310に進む。

【0052】ステップ310で全指定領域群のメッシュ分割が終了していないので、対象領域cを重要度分布、メッシュサイズ、アスペクト比等の条件に基づいて図8(d)の解析対象形状730に示す如く均等メッシュ分割を行う(320)。

【0053】ステップ330では、対象領域cの縦横方向の未分割の指定領域群(領域d)に対して、同一方向の分割数及び分割節点位置を設定する。

【0054】次に、指定領域群の中で縦横の一方向の分割数及び分割節点位置のみ設定されている領域があるかを判定し(340)、領域b、領域dは一方向の分割数及び分割節点位置のみ設定されているので、それらの領域の中で最も重要度の高い領域bが対象領域として設定され(350)、ステップ310に進む。

【0055】ステップ310で全指定領域群のメッシュ分割が終了していないので、対象領域bを重要度分布、メッシュサイズ、アスペクト比等の条件に基づいて図8(e)の解析対象形状740に示す如く均等メッシュ分割を行う(320)。

【0056】ステップ330では、対象領域bの縦横方向の未分割の指定領域群がないのでステップ340に進む。指定領域群の中で縦横の一方向の分割数及び分割節点位置のみ設定されている領域があるかを判定し(340)、領域dは一方向の分割数及び分割節点位置のみ設定されているので、領域dが対象領域として設定され(350)、ステップ310に進む。

【0057】ステップ310で全指定領域群のメッシュ分割が終了していないので、対象領域dを重要度分布、メッシュサイズ、アスペクト比等の条件に基づいて図8(f)の解析対象形状750に示す如く均等メッシュ分割を行う(320)。

【0058】ステップ330では、対象領域dの縦横方向の未分割の指定領域群がないのでステップ340に進む。指定領域群の中で縦横の一方向の分割数及び分割節点位置のみ設定されている領域があるかを判定し(340)、否と判定されステップ360に進む。

【0059】ステップ360では未分割の指定領域群がないので対象領域が未定となりステップ310に進む。ステップ310で全指定領域群はメッシュ分割されているので、終了となる。

【0060】次に、図4のフローチャートに基づき、図9を用いて不均等メッシュ分割の動作例について、具体的に説明する。図9(a)は、予め複数の領域に分割され、領域a、領域b、領域c、領域dが指定領域群として指定された解析対象形状800を示す。図9(b)は、解析対象形状800の左上隅P点が最も重要度が高く設定された場合の重要度分布を等高線で示した重要度分布図810である。

【0061】まず、ステップ300では指定領域群の内
で最も重要度が高い領域aが対象領域として設定され
る。次に、全指定領域群をメッシュ分割していないので
(310)、ステップ320に進む。

【0062】ステップ320では、図9(c)の解析対
象形状820に示す如く、対象領域aを重要度分布、メ
ッシュサイズ、アスペクト比等の条件に基づいて不等分
割比を決めることにより、主分割側から副分割側へメ
ッシュサイズが徐々に大きくなるように不均等メッシュ分
割を行う。

【0063】ステップ330では、対象領域aの縦横方
向の未分割の指定領域群(領域b、領域c)に対して、
同一方向の分割数及び分割節点位置を設定する。830
の領域b、領域c内に記した数字は前記同一方向の分割
数である。また、領域cにおいては領域aと隣合う辺の
五つのS点が、分割節点位置である。

【0064】次に、指定領域群の中で縦横の一方方向の分
割数及び分割節点位置のみ設定されている領域があるか
否かを判定し(340)、領域b、領域cは一方方向の分
割数及び分割節点位置のみ設定されているので、それら
の領域の中で最も重要度の高い領域cが対象領域として
設定され(350)、ステップ310に進む。

【0065】ステップ310で全指定領域群のメッシュ
分割が終了していないので、対象領域cを重要度分布、
メッシュサイズ、アスペクト比等の条件に基づいて図9
(d)の解析対象形状830に示す如く不均等メッシュ
分割を行う(320)。

【0066】ステップ330では、対象領域cの縦横方
向の未分割の指定領域群(領域d)に対して、同一方向
の分割数及び分割節点位置を設定する。

【0067】次に、指定領域群の中で縦横の一方方向の分
割数及び分割節点位置のみ設定されている領域があるか
否かを判定し(340)、領域b、領域dは一方方向の分
割数及び分割節点位置のみ設定されているので、それら
の領域の中で最も重要度の高い領域bが対象領域として
設定され(350)、ステップ310に進む。

【0068】ステップ310で全指定領域群のメッシュ
分割が終了していないので、対象領域bを重要度分布、
メッシュサイズ、アスペクト比等の条件に基づいて図9
(e)の解析対象形状840に示す如く不均等メッシュ
分割を行う(320)。

【0069】ステップ330では、対象領域bの縦横方
向の未分割の指定領域群がないのでステップ340に進
む。指定領域群の中で縦横の一方方向の分割数及び分割節
点位置のみ設定されている領域があるか否かを判定し
(340)、領域dは一方方向の分割数及び分割節点位置
のみ設定されているので、領域dが対象領域として設定
され(350)、ステップ310に進む。

【0070】ステップ310で全指定領域群のメッシュ
分割が終了していないので、対象領域dを重要度分布、

メッシュサイズ、アスペクト比等の条件に基づいて図9
(f)の解析対象形状850に示す如く均等メッシュ分
割を行う(320)。

【0071】ステップ330では、対象領域dの縦横方
向の未分割の指定領域群がないのでステップ340に進
む。指定領域群の中で縦横の一方方向の分割数及び分割節
点位置のみ設定されている領域があるか否かを判定し
(340)、否と判定されステップ360に進む。

【0072】ステップ360では未分割の指定領域群が
ないので対象領域が未定となりステップ310に進む。
ステップ310で全指定領域群はメッシュ分割されてい
るので、終了となる。

【0073】次に、図5、図6のフローチャートに基づ
き、図10を用いてジャンクションメッシュ分割の動作
例について、具体的に説明する。図10(a)は、予め
複数の領域に分割され、領域a、領域bが指定領域群と
して指定された解析対象形状900を示す。図10
(b)は、解析対象形状900の左上隅P点が最も重要
度が高く設定された場合の重要度分布を等高線で示した
重要度分布図910である。

【0074】図10(c)の解析対象形状920は、指
定領域群以外で既にメッシュ分割されている領域のメ
ッシュ形状と、指定領域群の分割数及び分割節点位置の決
まっている辺の分割数を示している。

【0075】まず、ステップ400では指定領域群の内
で最も重要度が高い領域aが対象領域として設定され
る。次に、全指定領域群をメッシュ分割していないので
(410)、ステップ420に進む。

【0076】ステップ420では、図6のステップ50
0に進み、図10(d)の解析対象形状930に示す如
く、分割条件と重要度分布と隣接領域の分割数及び分割
節点位置とに基づいて対象領域の各辺の分割数及び分割
節点位置を決定する。

【0077】次に、ステップ510で副方向を決定した
分割数で分割することにより、図10(e)の解析対
象形状940に示す如く対象領域aは部分領域a1と部分
領域a2に分割される。

【0078】主方向主分割側の分割された部分領域a1
を対象部分領域として設定し(520)、全部分領域を
メッシュ分割していないので(530)、図10(f)
の解析対象形状950に示す如く対象部分領域a1をメ
ッシュ分割規則を用いてジャンクションメッシュ分割を
行う(540)。

【0079】対象部分領域a1の隣の未分割の部分領域
a2を対象部分領域として設定し(550)、ステップ
530に進む。全部分領域のメッシュ分割が終了してい
ないので(530)、図10(g)の解析対象形状960
に示す如く対象部分領域a2をメッシュ分割規則を用
いてメッシュ分割を行う(540)。

【0080】対象部分領域a2の隣の未分割の部分領域

はないので対象部分領域は未設定となり(550)、全部分領域をメッシュ分割したので(530)、終了し、図5のステップ430に進む。

【0081】ステップ430では、未分割の指定領域群の中で最も重要度が高い領域bが対象領域として設定され、ステップ410に進む。全指定領域群のメッシュ分割は終了していないので(410)、対象領域bをジャンクションメッシュ分割するため(420)、図6のステップ500に進む。

【0082】ステップ500では、図10(g)の解析対象形状960に示す如く、分割条件と重要度分布と隣接領域の分割数及び分割節点位置に基づいて対象領域の各辺の分割数及び分割節点位置を決定し、副方向を決定した分割数で分割することにより(510)、図10(h)の解析対象形状970に示す如く対象領域bは部分領域b1と部分領域b2に分割される。

【0083】主方向主分割側の分割された部分領域b1を対象部分領域として設定し(520)、全部分領域をメッシュ分割していないので(530)、図10(i)の解析対象形状980に示す如く対象部分領域b1をメ

ッシュ分割規則を用いてジャンクションメッシュ分割を行う(540)。

【0084】対象部分領域b1の隣の未分割の部分領域b2を対象部分領域として設定し(550)、ステップ530に進む。全部分領域のメッシュ分割が終了していないので(530)、図10(j)の解析対象形状990に示す如く対象部分領域b2をメッシュ分割規則を用いてメッシュ分割を行う(540)。

【0085】対象部分領域b2の隣の未分割の部分領域はないので対象部分領域は未設定となり(550)、全部分領域をメッシュ分割したので(530)、終了し、図5のステップ430に進む。ステップ430では未分割の指定領域がないので対象領域は未設定となり、全指定領域群をメッシュ分割したので(410)、終了する。

【0086】次に、図7のフローチャートに基づき、図11を用いて組み合わせメッシュ分割の動作例について、具体的に説明する。図11(a)は、予め複数の領域a、領域b、領域cに分割された解析対象形状1000を示す。図11(b)は、1010は解析対象形状1000の左辺中心Q点が最も重要度が高く設定された場合の重要度分布を等高線で示した重要度分布図1010である。

【0087】まず、ステップ600では均等メッシュ分割を行う領域群として領域aを指定領域群に設定し、図11(c)の解析対象形状1020に示す如く指定領域aを図4に示した処理を用いて均等メッシュ分割する(610)。

【0088】次に、ステップ620ではジャンクションメッシュ分割を行う領域群として領域bを指定領域群に

設定し、図11(d)の解析対象形状1030に示す如く指定領域bを図5、図6に示した処理を用いてジャンクションメッシュ分割する(630)。

【0089】ステップ640では不均等メッシュ分割を行う領域群として領域cを指定領域群に設定し、図11(e)の解析対象形状1040に示す如く指定領域cを図4に示した処理を用いて不均等メッシュ分割し(650)、終了する。

【0090】図15は、メッシュ分割後の指定領域群の総メッシュ数を、所定の目標メッシュ数に近づさせる処理のフローチャートを示す。

【0091】始めに、分割条件の範囲内で指定領域群総メッシュ数が最小となる条件を設定する(ステップ1300)。次に、設定された条件と重要度分布に基づき指定領域群をメッシュ分割する(1310)。次に、分割された指定領域群総メッシュ数が目標メッシュ数と同程度ならば(1320)、終了する。

【0092】指定領域群総メッシュ数が目標メッシュ数と同程度でなければ(1320)、ステップ1330に進む。指定領域群総メッシュ数が目標メッシュ数より少ないか否かを判定し(1330)、少ない場合には設定された条件を指定領域群総メッシュ数が増加するように更新し(1340)、ステップ1310に戻る。

【0093】ステップ1330の判定で指定領域群総メッシュ数が目標メッシュ数以上ならば、設定された条件を指定領域群メッシュ数が減少するように更新し(1350)、ステップ1310に戻る。

【0094】このように、目標メッシュ数に近づさせる処理をすることにより、必要とする解析精度に合った指定領域群の総メッシュ数を管理することができる。

【0095】以上の実施例は、2次元の形状の分割処理を例にとり説明したが、3次元ソリッドの形状においても、2次元での線を、面に置き換えることにより、3次元ソリッド形状のメッシュ分割を行うことができる。

【0096】

【発明の効果】本発明によれば、解析対象形状のメッシュ分割において、要求される解析精度を満たすサイズ変化のメッシュが生成でき、また解析対象形状の各領域を均等分割、不均等分割、ジャンクション分割を組み合わせた所望のメッシュを自動的に生成することが可能となる。これにより、解析精度が必要な部分の精度を確保しつつ、解析計算における記憶容量の低減や解析時間の短縮、即ち、計算コストの低減を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例に係わるメッシュ分割装置の機能構成ブロック図である。

【図2】図1のメッシュ分割装置でのメッシュ分割処理のフローチャート図である。

【図3】図2のメッシュ分割処理の詳細なフローチャート図である。

【図4】均等不均等メッシュ分割処理を示すフローチャート図である。

【図5】ジャンクションメッシュ分割処理を示すフローチャート図である。

【図6】図5の対象領域のジャンクションメッシュ分割処理の詳細なフローチャート図である。

【図7】組み合わせメッシュ分割処理の詳細なフローチャート図である。

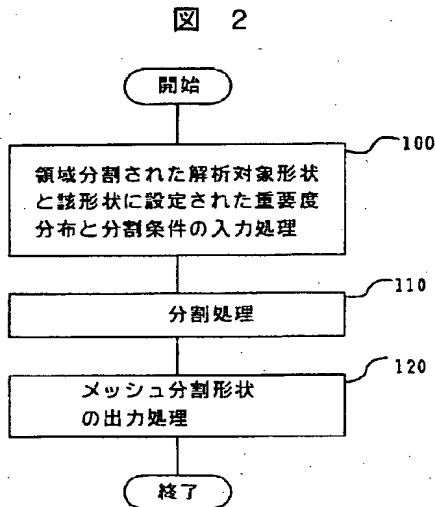
【図8】均等メッシュ分割の動作例の具体的な説明図である。

【図9】不均等メッシュ分割の動作例の具体的な説明図である。

【図10】ジャンクションメッシュ分割の動作例の具体的な説明図である。

【図11】組み合わせメッシュ分割の動作例の具体的な

【図2】



説明図である。

【図12】メッシュ分割規則の例の具体的な説明図である。

【図13】重要度分布例の説明図である。

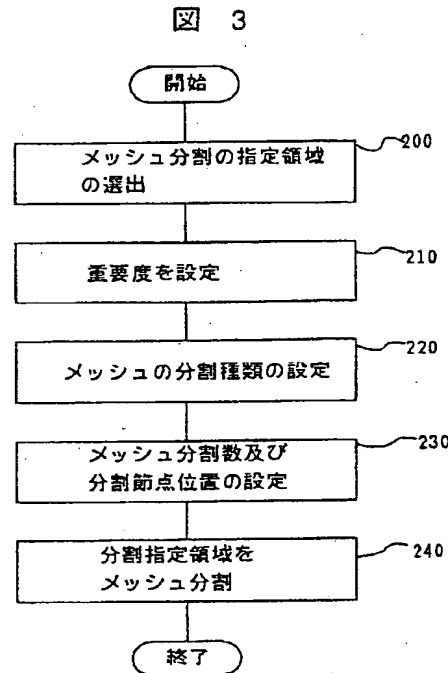
【図14】主副方向の説明図である。

【図15】メッシュ分割後の指定領域群の総メッシュ数を、所定の目標メッシュ数に近づかせる処理のフローチャート図である。

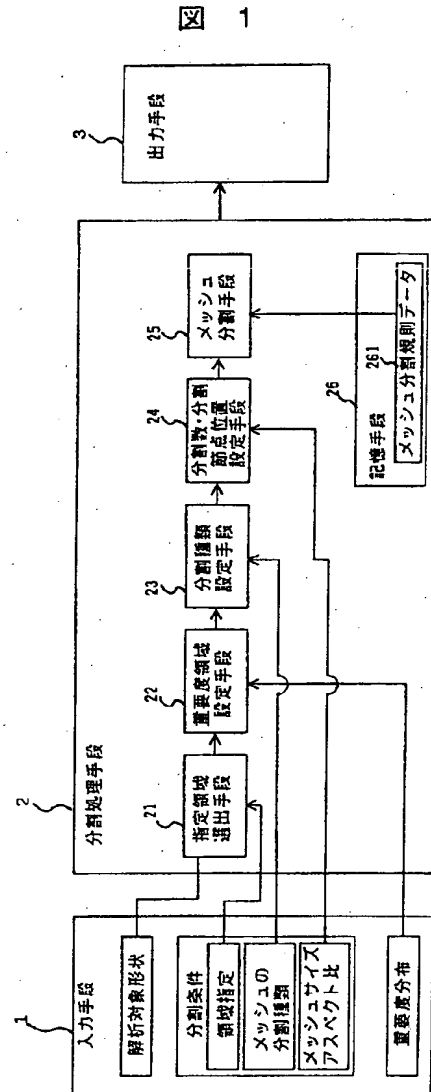
【符号の説明】

1…入力手段、2…分割処理手段、3…出力手段、21…指定領域選出手段、22…重要度領域設定手段、23…分割種類設定手段、24…分割数・分割節点位置設定手段、25…メッシュ分割手段、26…記憶手段、261…メッシュ分割規則データ

【図3】

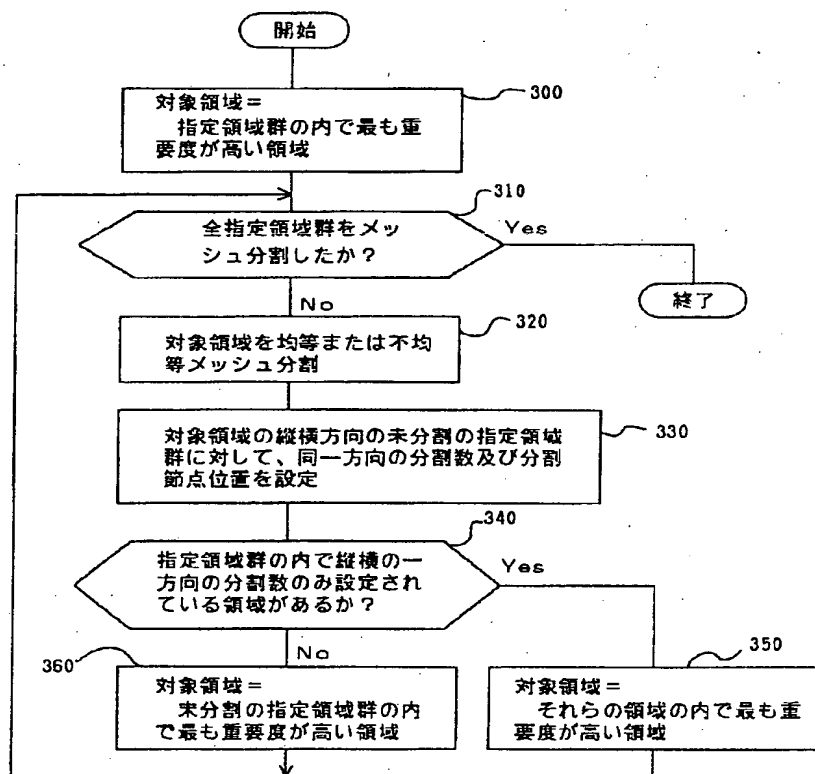


【図1】



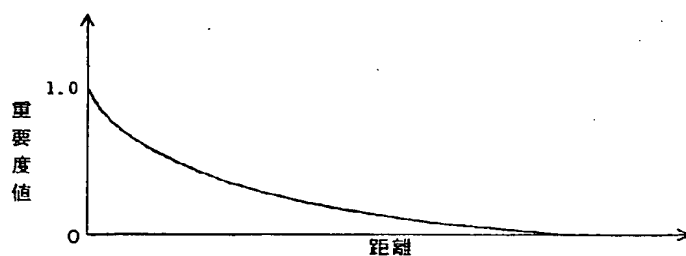
【図4】

図 4



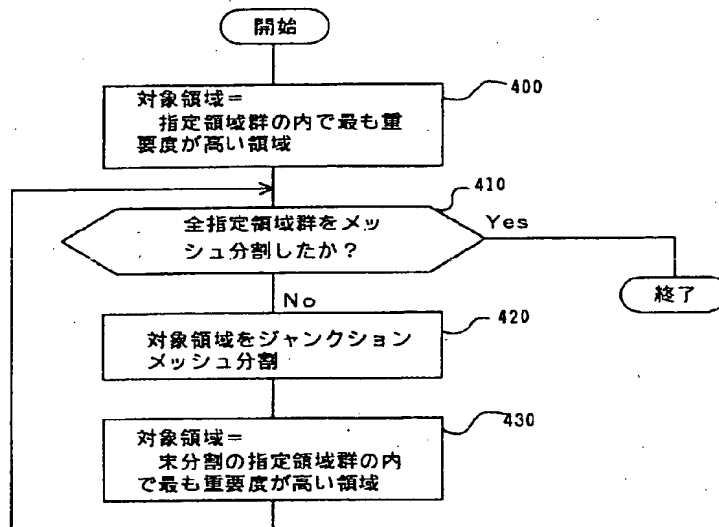
【図13】

図 13



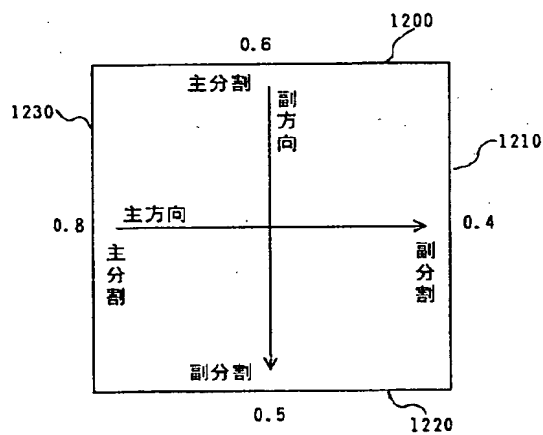
【図 5】

図 5



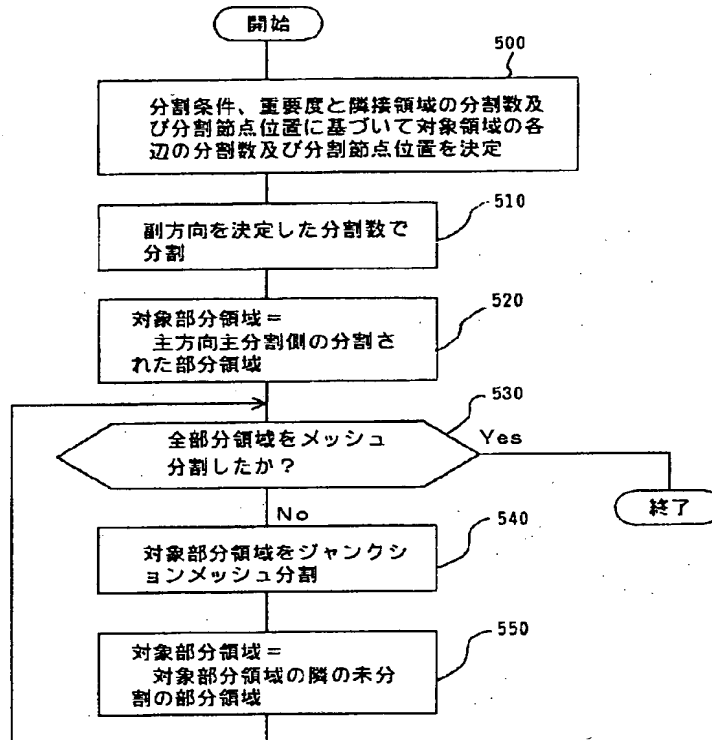
【図 14】

図 14

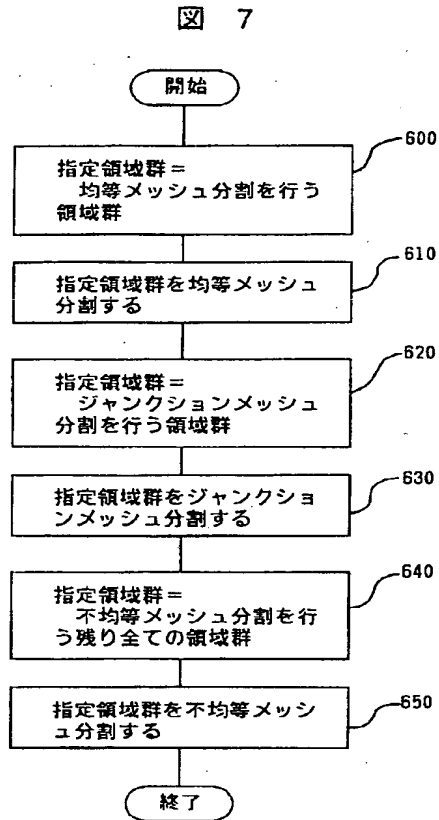


【図6】

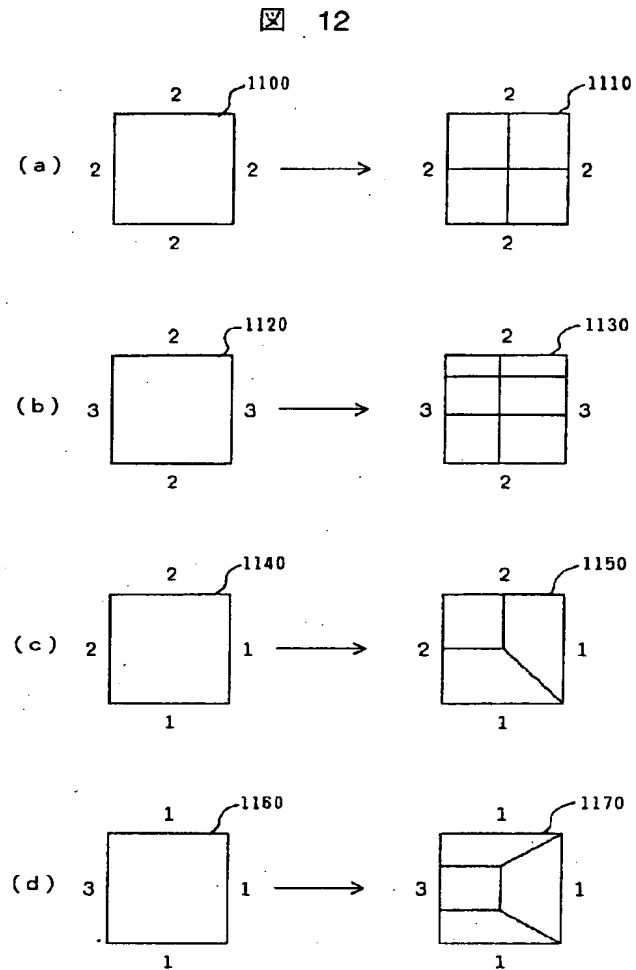
図 6



【図7】

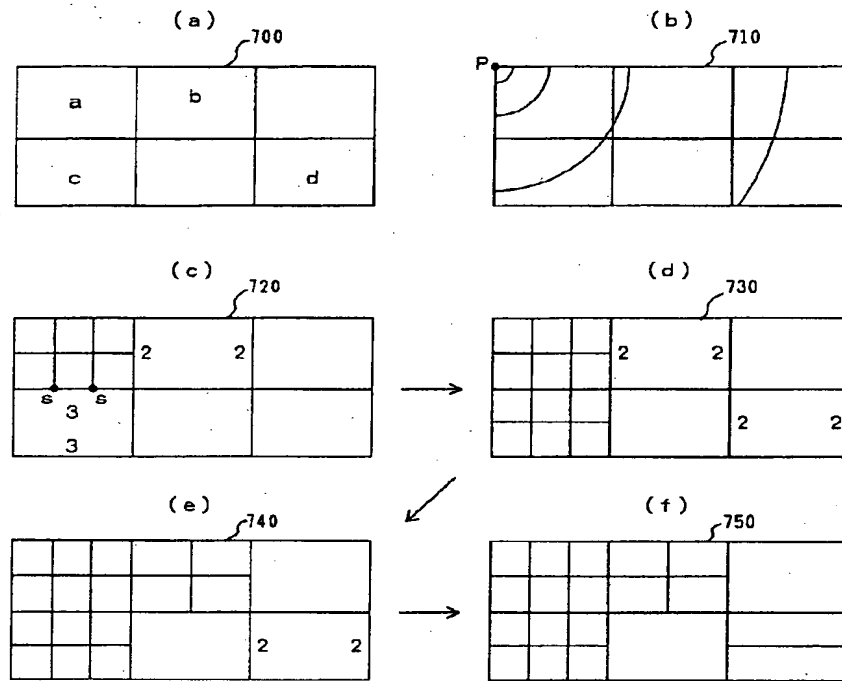


【図12】



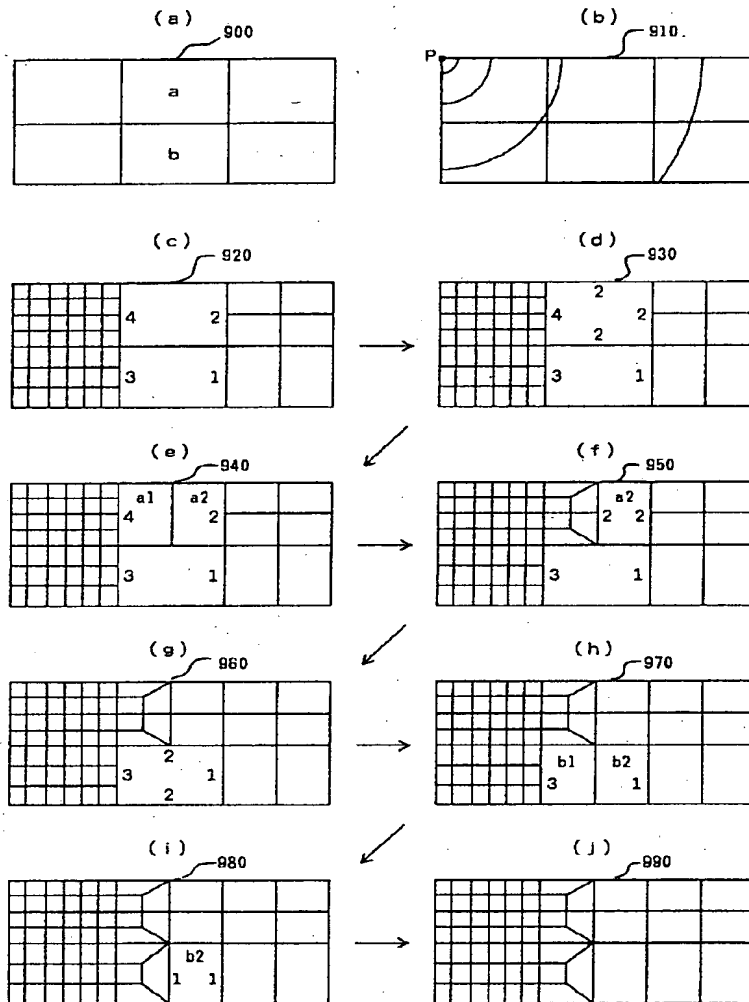
【図8】

図 8



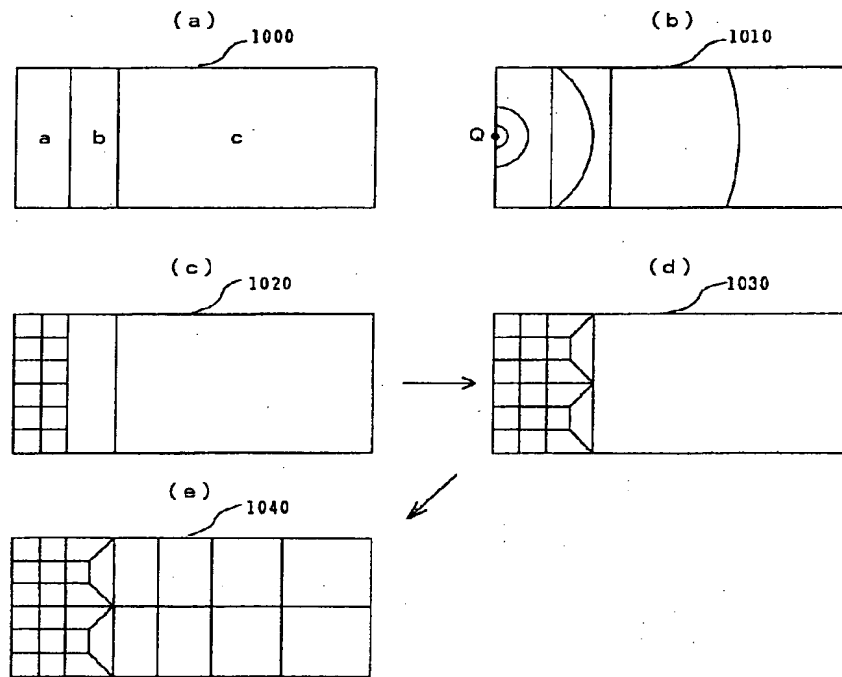
【図10】

図 10



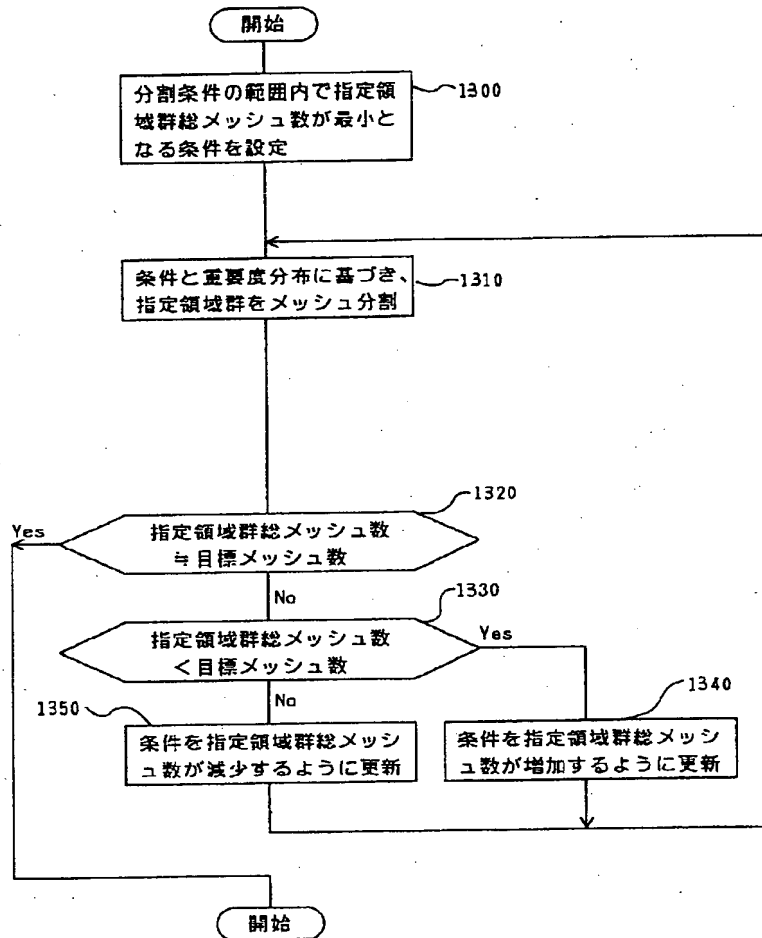
【図11】

図 11



【図15】

図 15



フロントページの続き

(72)発明者 鈴木 厚志
茨城県日立市幸町三丁目2番1号 日立エンジニアリング株式会社内

(72)発明者 浜口 幸雄
茨城県日立市幸町三丁目2番1号 日立エンジニアリング株式会社内